

4



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑧ EP 0 643 903 B1

⑩ DE 694 04 789 T 2

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**H 05 K 3/34**  
B 23 K 35/28

|  |                |
|--|----------------|
| ⑦① Deutsches Aktenzeichen:                               | 694 04 789.9   |
| ⑧⑥ PCT-Aktenzeichen:                                     | PCT/US94/02777 |
| ⑧⑥ Europäisches Aktenzeichen:                            | 94 912 785.6   |
| ⑧⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:                            | WO 94/23555    |
| ⑧⑥ PCT-Anmeldetag:                                       | 17. 3. 94      |
| ⑧⑦ Veröffentlichungstag<br>der PCT-Anmeldung:            | 13. 10. 94     |
| ⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:                   | 22. 3. 95      |
| ⑧⑦ Veröffentlichungstag<br>der Patenterteilung beim EPA: | 6. 8. 97       |
| ④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:                  | 19. 2. 98      |

③① Unionspriorität:

42227 02.04.93 US

⑦② Patentinhaber:

Motorola, Inc., Schaumburg, Ill., US

⑦④ Vertreter:

Pfeifer, L., Dipl.-Phys. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 65343  
Eltville

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

⑦② Erfinder:

MELTON, Cynthia, Bolingbrook, IL 60440, US;  
FUERHAUPTER, Harry, Lombard, IL 60148, US;  
DEMET, George, Lake Forest, IL 60045, US

⑤④ ZINN-WISMUT-LÖTVERBINDUNG MIT VERBESSERTEN HOCHTEMPERATUREIGENSCHAFTEN UND  
VERFAHREN ZU DEREN BILDUNG.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 04 789 T 2

DE 694 04 789 T 2

## B E S C H R E I B U N G

**ZINN-WISMUT-LÖTVERBINDUNG MIT VERBESSERTEN HOCHTEMPERATUREIGENSCHAFTEN UND VERFAHREN ZU DEREN BILDUNG**

Diese Erfindung bezieht sich auf eine Lötmittelverbindung, die aus einer Zinn-Wismut-Lötmittellegierung gebildet ist, und spezieller auf eine solche Lötmittellegierung, die ein tertiäres Metall beinhaltet, vorzugsweise Gold oder Silber, um Hochtemperatureigenschaften zu verbessern. In einem Aspekt bezieht sich diese Erfindung auf ein Verfahren zur Bildung einer Lötmittelverbindung durch Aufschmelzen einer Zinn-Wismut-Lötmittelpaste, wobei das tertiäre Metall auf die Paßfläche aufgebracht wird und sich während des Aufschmelzens in die Lötmittelflüssigkeit hinein auflöst, um Hochtemperatureigenschaften der Produktverbindung zu verbessern.

Bei der Fertigung einer mikroelektronischen Packung ist es übliche Praxis, eine Komponente auf einer gedruckten Leiterplatte oder dergleichen durch Oberflächenmontage unter Verwendung einer Lötmittelverbindung anzubringen, die aus einer Lötmittelpaste gebildet ist. Zu diesem Zweck besitzt die Leiterplatte eine Leiterbahn, die einen mit Lötmittel benetzbaren Bondkontaktfleck beinhaltet, der eine erste Paßfläche für die Verbindung bildet. In ähnlicher Weise beinhaltet die Komponente eine zweite, mit Lötmittel benetzbare Paßfläche, zum Beispiel einen Kontakt. Die Lötmittelpaste beinhaltet Partikel aus Lötmittellegierung, die in einem verdampfbaren Träger feinst verteilt sind und ein organisches opferbares Bindemittel enthält. Die Paste wird an der Paßfläche angebracht, wonach die Komponente mit der zweiten Paßfläche in Kontakt zu der Auflage

28.09.97

- 2 -

zusammengebaut wird. Der Aufbau wird dann erwärmt, um die Lötmittellegierung zu schmelzen und zu verflüssigen. Beim Abkühlen verfestigt sich die Lötmittellegierung wieder und bondet an die Paßflächen, um die Verbindung fertigzustellen. Die Lötmittelverbindung bringt die Komponente nicht nur physisch an der Leiterplatte an, sondern verbindet außerdem die Bahn auf der Leiterplatte und den Kontakt der Komponente elektrisch, um für die Verarbeitung elektrischen Strom zu der Komponente hin oder von dieser weg zu leiten.

Die Leiterbahn in der Leiterplatte besteht üblicherweise aus Kupfer. Um die Kupferoberfläche vor Oxidation zu schützen und dadurch eine Benetzung durch die Lötmittellegierung zu verbessern, wobei die Benetzung für die Bildung einer starken Lötmittelbindung wesentlich ist, ist es übliche Praxis, die Lötmittellegierung durch Elektroplattieren auf dem Bondkontaktfleck aufzubringen, bevor die Lötmittelpaste angebracht wird. Während des Aufschmelzens vermischen sich die Lötmittelflüssigkeit von der Plattierung und die Paste, um eine einheitliche Verbindung zu bilden.

Ein übliches Lötmittel besteht aus einer Zinn-Blei-Legierung. Es wurde vorgeschlagen, eine bleifreie Lötmittelverbindung zu bilden, die aus einer Zinn-Wismut-Legierung besteht. Eine Zinn-Wismut-Legierung in der Form, die elektroplattiert wird oder in einer Paste kommerziell erhältlich ist, zeigt jedoch schlechte mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen des Typs, auf den man typischerweise bei mikroelektronischen Packungen während der Verwendung trifft. Insbesondere tendieren derartige Lötmittellegierungen dazu, bei so niedrigen Temperaturen wie 100 °C inakzeptabel weich zu werden, und zeigen eine

25.09.97

- 3 -

relativ niedrige Schmelztemperatur, insbesondere im Vergleich zu den üblichen Zinn-Blei-Lötmitteln.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Diese Erfindung hat eine elektronische Packung zum Gegenstand, die eine Lötmittelverbindung beinhaltet, die auf einer Zinn-Wismut-Legierung basiert und des weiteren ein tertiäres Metall enthält, das eine Erhöhung der Schmelztemperatur und eine Verbesserung mechanischer Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen innerhalb des Bereichs bewirkt, auf den man typischerweise bei mikroelektronischen Packungen trifft. Das tertiäre Metall ist vorzugsweise Silber oder Gold. Es wurde festgestellt, daß Zusätze von Gold oder Silber zwischen etwa 1,0 Gewichtsprozent und 2,2 Gewichtsprozent bewirken, daß die gewünschten Hochtemperatureigenschaften der Verbindung signifikant verbessert werden.

In einem Aspekt dieser Erfindung wird ein Verfahren zur Bildung einer Lötmittelverbindung zwischen einer ersten Paßfläche und einer zweiten Paßfläche bereitgestellt, zum Beispiel zwischen einem Bondkontaktfleck einer gedruckten Leiterplatte und einem Kontakt einer Komponente. Das Verfahren beinhaltet das Anbringen eines Films aus dem tertiären Metall an mindestens einer Paßfläche und das anschließende Anbringen einer Auflage aus Lötmittelpaste auf dem Film. In einer bevorzugten Ausführungsform wird zuerst eine Plattierung aus einer Zinn-Wismut-Lötmittellegierung durch Elektrodeposition aufgebracht oder auf andere Weise an der ersten Paßfläche angebracht und mit dem tertiären Metall beschichtet. In jedem Fall beinhaltet die Lötmittelpaste Partikel, die aus einer Zinn-Wismut-Legierung

28.09.97

- 4 -

bestehen. Die zweite Paßfläche wird in Kontakt mit der Lötmit-  
telpaste angebracht, wonach der Aufbau auf eine Temperatur  
erwärmt wird, die zum Schmelzen sowohl der Lötmittelpartikel  
als auch der Zinn-Wismut-Plattierung, wenn vorhanden, aus-  
reicht. Das tertiäre Metall löst sich auf, um eine einheitliche  
Flüssigkeit zu bilden, welche die Paßflächen, die sich kontinu-  
ierlich dazwischen erstrecken, benetzt, und verfestigt sich  
beim Abkühlen, um eine Lötmittelverbindung zu bilden, welche  
die Paßflächen aneinander bondet und verbesserte Hochtempera-  
tureigenschaften aufweist.

#### Beschreibung der Zeichnungen

Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf die  
begleitenden Zeichnungen weiter dargestellt, in denen:

FIG. 1 eine Querschnittsansicht einer gedruckten Leiterplatte  
mit einem elektroplattierten Bondkontaktfleck ist, der in einer  
bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung verwendet wird;

FIG. 2 eine Querschnittsansicht eines Aufbaus ist, der eine ge-  
druckte Leiterplatte und eine Komponente beinhaltet, die für  
die Bildung einer Lötmittelverbindung gemäß dieser Erfindung  
angeordnet sind;

FIG. 3 eine Querschnittsansicht des Aufbaus in FIG. 2 im An-  
schluß an Lötmittelaufschmelzvorgänge ist, um die Komponente  
mit der gedruckten Leiterplatte zu verbinden;

25.09.97

- 5 -

FIG. 4 eine graphische Darstellung ist, welche die Schmelztemperatur als Funktion des Goldgehaltes in der Zinn-Wismut-Lötmittellegierung zeigt; und

FIG. 5 eine graphische Darstellung ist, welche die Knoop-Härte als Funktion der Temperatur für verschiedene Lötmittellegierungen zeigt, die eine goldhaltige Zinn-Wismut-Legierung gemäß dieser Erfindung beinhalten.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Bezugnehmend auf die FIG. 1 bis 3, wird diese Erfindung in einer bevorzugten Ausführungsform dazu verwendet, eine diskrete Komponente 10, wie einen Widerstand oder dergleichen, an einer gedruckten Leiterplatte 12 durch eine Lötmittelverbindung 14 in FIG. 3 anzubringen, die aus einer Zinn-Wismut-Legierung besteht, die Gold in einer Menge enthält, die eine Verbesserung der Hochtemperatureigenschaften der Verbindung bewirkt.

Bezugnehmend auf FIG. 1, beinhaltet die gedruckte Leiterplatte 12 eine metallische Kupferbahn 16, die an einem dielektrischen Substrat 18 des Typs befestigt ist, der als eine FR4-Schaltungskarte bezeichnet wird und aus einem Laminat aus Epoxidharz und Glasfaser besteht. Die Bahn 16 beinhaltet einen Oberflächenmontage-Kontaktfleck 20, der eine Stelle zur Anbringung der Komponente 10 darstellt. Die Leiterplatte 12 ist mit einer Lötmittelmaske 22 bedeckt, die aus einem auf Epoxid basierenden oder einem anderen geeigneten polymeren Harz mit einer durch Lötmittel nicht benetzbaren Oberfläche gebildet ist. Die Maske 22 definiert eine Öffnung 24, an welcher der Kontaktfleck 20 freiliegt. Zusätzlich zur Bereitstellung einer Oberfläche, die

durch eine Lötmittelegierung nicht benetzbar ist, um das Auseinanderlaufen von Lötmitte während nachfolgender Aufschmelzvorgänge zu verhindern und dadurch das geschmolzene Lötmitte auf die Stelle der Verbindung zu begrenzen, stellt die Maske 22 außerdem eine im allgemeinen planare Oberfläche bereit, um nachfolgende Verarbeitungsvorgänge zu erleichtern, und hält die Bahn 16 während der verschiedenen Schritte bis zu und einschließlich dem Elektroplattieren von Metall zur Herstellung der Verbindung gemäß dieser Ausführungsform vom Kontaktfleck 20 entfernt.

Bei der Präparierung für das Elektroplattieren wird die gedruckte Leiterplatte 12 mit einer Chromschicht 28 und einer Kupferschicht 30 beschichtet. Der Kontaktfleck 20 wird zuerst durch Eintauchen der Leiterplatte 12 in eine wäßrige, verdünnte Phosphorsäurelösung, Spülen und Trocknen bei 100 °C gereinigt, um eine Oberflächenoxidation zu entfernen. Die Leiterplatte wird in einer Sputterapparatur angeordnet und durch Ionenstrahlätzen in Argongas bei einem Druck zwischen 1 Millitorr und 20 Millitorr während etwa 4 Minuten gereinigt. Danach wird Chrom auf die Leiterplatte aufgesputtert, um die Schicht 28 mit einer Dicke von etwa 80 Nanometer zu bilden. Die Chromschicht 28 beinhaltet einen Bereich 29, der direkt auf den Kontaktfleck 20 aufgebracht ist. Auf die Chromschicht 28 wird Kupfer aufgesputtert, um die Schicht 30 zu bilden, die eine Dicke von etwa 500 Nanometer aufweist und einen Bereich 31 beinhaltet, der an einen über dem Kontaktfleck 20 liegenden Chrombereich 29 gebondet ist. Die Kupferschicht 30 stellt einen leitfähigen Pfad für eine günstige und gleichmäßige Verteilung des Elektroplattierungsstromes bereit, während der Chromfilm 28 die Haftung

25.09.97

- 7 -

des gesputterten Kupfers an der Maske 22 steigert, um die Handhabung zu erleichtern.

Im Anschluß an die Deposition des Kupferfilms 30 wird eine Photoresistmaske 32 angebracht und entwickelt, um eine Öffnung 34 für die Freilegung des Kupfers im Bereich 31 zu definieren. Die Maske 32 ist geeignet aus einem photoabbildbaren polymeren Material gebildet und stellt eine elektrisch isolierende Abdeckung auf der Kupferschicht 30 bereit, um die Elektrodeposition auf den Bereich 31 zu begrenzen.

Die Leiterplatte 12 mit der Photoresistmaske 32 wird in eine wäßrige Zinn-Wismut-Elektroplattierungslösung eingetaucht. Eine geeignete Plattierungslösung enthält zwischen etwa 6 Gramm pro Liter und 18 Gramm pro Liter Wismut, das als Wismutmethansulfonat,  $\text{Bi}(\text{CH}_3\text{SO}_3)$ , hinzugefügt wird; zwischen etwa 4 Gramm pro Liter und 8 Gramm pro Liter Zinn, das als Zinnmethansulfonat,  $\text{Sn}(\text{CH}_3\text{SO}_3)$ , hinzugefügt wird; und zwischen etwa 100 Gramm pro Liter und 150 Gramm pro Liter Methansulfonsäure-Lösung,  $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$ ; in Wasser, zusammen mit geringen Zugaben von Methanol, einem organischen Tensid und weiteren Verbindungen zur Förderung des Plattierungsvorgangs. Das Wismutmethansulfonat, Zinnmethansulfonat und die Methansulfonsäure sind kommerziell als konzentrierte Lösungen erhältlich. Die Leiterplatte 12 wird bei Umgebungstemperatur von einer geeigneten Gegenelektrode beabstandet in die Lösung eingetaucht. Eine geeignete Gegenelektrode ist aus metallischem Zinn gebildet. Alternativ kann die Gegenelektrode aus einer Zinn-Wismut-Legierung gebildet sein, um sowohl Wismut als auch Zinn während einem ausgedehnten Vorgang zu ergänzen, oder kann aus einer inerten Elektrode bestehen, die zum Beispiel aus mit Platin plattiertem Titan



25.09.97

- 8 -

gebildet ist. Es wird ein elektrischer Strom von etwa 15 Milliampere pro Quadratzentimeter bis 30 Milliampere pro Quadratzentimeter an der kathodisch vorgespannten Schicht 30 angelegt, um gleichzeitig Zinn- und Wismutionen zu ihren jeweiligen Metallen zu reduzieren und dadurch eine Zinn-Wismut-Legierung auf den Bereich 31 aufzubringen. Der Plattierungsvorgang wird während einer Zeitdauer ausgeführt, die zur Bildung einer Auflage 26 mit einer Dicke von etwa 25 Mikrometer ausreicht. Die resultierende Auflage 26 besteht aus zwischen etwa 48 Gewichtsprozent und 68 Gewichtsprozent Wismut und dem Rest aus Zinn.

Im Anschluß an den Zinn-Wismut-Plattierungsvorgang wird die Leiterplatte in eine wäßrige Kalium-Gold-Zyanidlösung eingetaucht, und die Kupferschicht 30 wird erneut kathodisch vorgespannt, um einen Film 36 aus Goldmetall auf die Auflage 26 aufzubringen. Eine geeignete Gold-Plattierungslösung enthält zwischen etwa 3 Gramm pro Liter und 8 Gramm pro Liter Gold, das als Kaliumgoldcyanid,  $\text{KAu}(\text{CN})_2$ , hinzugefügt wird, in Wasser und weist einen pH-Wert zwischen etwa 5,5 und 7,0 auf. Die Lösung kann Kalium- und Ammoniumsalze, um die Leitfähigkeit zu verbessern und eine pH-Pufferung bereitzustellen, sowie Bleiacetat als einen Kornverfeinerer beinhalten. Es wird ein elektrischer Strom zwischen etwa 0,5 Milliampere pro Quadratzentimeter und 2,5 Milliampere pro Quadratzentimeter an die Schicht 30 angelegt, um die Auflage 26 kathodisch vorzuspannen, um Goldionen zu metallischem Gold zu reduzieren und einen Film 36 mit einer Dicke von etwa 0,25 Mikrometer aufzubringen.

Im Anschluß an den Elektroplattierungsvorgang wird die Leiterplatte in eine Photoresist-Ablöselösung eingetaucht, um die Photoresistmaske 32 zu entfernen, wodurch die Kupferschicht 30

um die Auflage 26 herum freigelegt wird. Die Leiterplatte wird in eine wäßrige Kupferätzlösung eingetaucht, die Kupfer(II)-Chlorid enthält, um das freigelegte Kupfer zu entfernen, und wird danach in eine wäßrige Chromätzlösung eingetaucht, die alkalisches Eisen(III)-cyanid beinhaltet, um die freigelegte Chromschicht 28 zu entfernen. Es ist zu erwähnen, daß der Ätzvorgang durch die Zinn-Wismut-Auflage 26 und den Goldfilm 36, die gegen die Ätzlösungen beständig sind und die darunterliegenden Bereiche 29 und 31 schützen, welche die Auflage 26 an dem Kontaktfleck 20 anbringen, auf das über der Lötmittelmaste 22 liegende Metall um den Kontaktfleck 20 herum begrenzt ist. Die resultierende plattierte Leiterplatte ist in FIG. 2 gezeigt und beinhaltet die Lötmittelaufgabe 26 und die Goldbeschichtung 36. Im Anschluß an den Ätzvorgang wird die Lötmittelmaste 22 aufgedeckt und stellt eine mit Lötmittel nicht benetzbare Oberfläche bereit, um das Auseinanderlaufen des Lötmittels während des nachfolgenden Aufschmelzvorgangs zu verhindern. Es ist ein signifikantes Merkmal dieser Ausführungsform, daß die Auflage 26 in diesem Stadium der Verarbeitung kein Aufschmelzen erfordert, das heißt vor dem Zusammenbau mit der Komponente 10. Stattdessen wird festgestellt, daß die Auflage 26 im plattierten und nicht geschmolzenen Zustand geeignet gebondet ist, um die Handhabung zu erlauben, im Gegensatz zu Prozessen, die ein elektroplattiertes Zinn-Blei-Lötmittel verwenden und einen Schmelzvorgang erfordern, um die Lötmittelplattierung zu sichern.

Bezugnehmend auf FIG. 2 wird eine Lötmittelpaste durch Siebdrucken an dem Goldfilm 36 angebracht, um eine Lötmittelaufgabe 38 mit einer Dicke zwischen etwa 100 Mikrometer und 120 Mikrometer zu bilden. Die Paste beinhaltet vorzugsweise ein Pulver,

das aus einer Zinn-Wismut-Lötmittellegierung mit einer nahezu eutektischen Zusammensetzung aus etwa 60 Gewichtsprozent Wismut und dem Rest aus Zinn besteht. Das Zinn-Wismut-Pulver besitzt eine Siebgröße zwischen -200 und +325 und ist in einem Lösungsmittel feinst verteilt, das aus hochsiedenden Alkoholen und Glykol besteht und eine flußmittelhaltige Verbindung aus weißem Terpentinharz enthält. Die Paste beinhaltet außerdem ein organisches opferbares Bindemittel, geeigneterweise eine Ethylcelluloseverbindung, die bewirkt, daß das Pulver in eine kohäsive Auflage bondet.

Im Anschluß an die Anbringung der Lötmittelpaste werden die Leiterplatte 12 und die Komponente 10 zusammengebaut, wie in FIG. 2 gezeigt. Die Komponente 10 beinhaltet einen Kontakt 40, der aus einer Palladium-Silber-Legierung gebildet ist, die eine Paßfläche für die Verbindung bildet, während die andere Paßfläche in dieser Ausführungsform durch den an den Kontaktfleck 20 gebondeten Kupferbereich 31 bereitgestellt wird. Der Kontakt 40 kann eine dünne Haut aus Zinn beinhalten, um eine Benetzung während des Lötmittel-Aufschmelzvorgangs zu steigern. Der Aufbau wird auf eine Temperatur von mehr als 140 °C und vorzugsweise von mehr als 160 °C erwärmt, um die Lötmittellegierung aufzuschmelzen. Während der Anfangsstadien der Erwärmung werden das restliche Lösungsmittel und das organische Bindemittel in der Auflage 38 verdampft. Mit Erwärmung des Aufbaus auf über etwa 138,5 °C, der eutektischen Schmelztemperatur, schmelzen die Lötmittelpartikel und wachsen zusammen, um eine flüssige Phase zu erzeugen. Gleichzeitig beginnt die Lötmittellegierung der Auflage 26 zu schmelzen und bildet ebenfalls eine Flüssigkeit. Gold von dem Film 36 löst sich in die aus den Lötmitte-lauflagen stammende angrenzende Flüssigkeit hinein auf. Das

28.09.97

- 11 -

Ergebnis ist eine einheitliche Flüssigkeit, die den Kupferbereich 31 und den Kontakt 40 benetzt und sich bei Abkühlen verfestigt, um die Verbindung 14 in FIG. 3 zu erzeugen, die an den Bereich 31 und den Kontakt 40 bondet und sich kontinuierlich dazwischen erstreckt, um die Komponente 10 an der Leiterplatte 12 anzubringen und außerdem den Kontaktfleck und den Kontakt elektrisch zu verbinden. Die Verbindung 14 besteht im wesentlichen aus Zinn und Wismut, die von der Lötmittelegierung der Auflagen 26 und 38 stammen, und enthält Gold in einer Menge von bis zu etwa 2,2 Prozent, wobei das Gold von dem Film 36 stammt.

FIG. 4 ist eine graphische Darstellung, welche die Schmelztemperatur als Funktion der Goldkonzentration in der Legierung zeigt, die aus 58 Gewichtsprozent Wismut und dem Rest aus Zinn besteht. Wie ersichtlich ist, erhöhen Goldkonzentrationen von nur 1 Gewichtsprozent die Schmelztemperatur der Legierung signifikant. Eine Konzentration von mehr als etwa 2,2 Gewichtsprozent erfordert hohe Aufschmelztemperaturen von über etwa 210 °C, die dazu tendieren, andere Elemente, die typischerweise in elektronischen Packungen zu finden sind, zu schädigen. Außerdem wird die Bildung von Zinn-Gold bei höheren Goldkonzentrationen signifikant und tendiert dazu, die mechanischen Eigenschaften der Verbindung zu verschlechtern. Eine bevorzugte Goldkonzentration in der Produktverbindung liegt zwischen etwa 1,0 Gewichtsprozent bis 2,2 Gewichtsprozent Gold und kann leicht durch Steuern der Dicke des plattierten Goldfilms relativ zu der Masse der Zinn-Wismut-Legierung erzielt werden, die in der beschriebenen Ausführungsform als Lötmittelpaste plattiert oder abgeschieden wird.

28.09.97

- 12 -

FIG. 5 zeigt eine graphische Darstellung der Knoop-Härte in Gramm pro Mikrometer als Funktion der Temperatur. Kurve A zeigt die Knoop-Härte für eine Legierung an, die etwa 2,0 Gewichtsprozent Gold, 58 Gewichtsprozent Wismut und als Rest Zinn beinhaltet. Für Vergleichszwecke zeigt Kurve B die Härte für eine vergleichbare Wismut-Zinn-Legierung ohne Gold, während Kurve C eine übliche Zinn-Blei-Lötmittellegierung repräsentiert, die aus etwa 2 Gewichtsprozent Silber, etwa 36 Gewichtsprozent Blei und dem Rest aus Zinn besteht. Wie ersichtlich ist, erhöht die Zugabe von Gold die Härte der Wismut-Zinn-Lötmittellegierungen bei erhöhten Temperaturen wesentlich und erzeugt eine Härte, die mit einer Zinn-Blei-Legierung innerhalb des Bereichs von etwa 110 °C bis 150 °C vergleichbar ist. Allgemein wird angenommen, daß die Härte eine erhöhte Festigkeit anzeigt, so daß die Goldzugaben gemäß dieser Erfindung zu stärkeren, haltbaren Verbindungen führen, die besser in der Lage sind, Temperaturabweichungen des Typs standzuhalten, den mikroelektronische Packungen während der Benutzung erfahren.

Wenngleich die Lötmittelverbindung in der beschriebenen Ausführungsform Gold beinhaltet, wird eine ähnliche Erhöhung der Schmelztemperatur der Zinn-Wismut-Legierung unter Verwendung von Silberzugaben erzielt. Demgemäß kann Silber geeignet ersatzweise eingesetzt werden, um die Hochtemperatureigenschaften von Lötmittelverbindungen zu verbessern, die aus Legierungen von Zinn und Wismut gebildet sind.

Daher stellt diese Erfindung eine Lötmittelverbindung bereit, die aus einer ternären Legierung gebildet ist, die vorwiegend aus Zinn und Wismut besteht und ein drittes Metall, das als tertiäres Metall bezeichnet wird, enthält, um die Schmelztempe-

25.09.97

- 13 -

ratur zu erhöhen und die Härte und andere metallurgische Eigenschaften zu steigern. Zinn und Wismut bilden eine eutektische Zusammensetzung, die aus etwa 42 Gewichtsprozent Zinn und 58 Gewichtsprozent Wismut besteht und eine Schmelztemperatur von etwa 138,5 °C besitzt. Allgemein erfordern Zinnlegierungen, die weniger als 30 Gewichtsprozent oder mehr als 70 Gewichtsprozent Wismut enthalten, relativ hohe Aufschmelztemperaturen, die dazu tendieren, andere übliche Komponenten zu schädigen, die typischerweise in einer mikroelektronischen Packung zu finden sind. Somit wird gewünscht, die plattierte Auflage, das heißt die Auflage 26 in der beschriebenen Ausführungsform, und die Auflage aus Lötmittelpaste, das heißt die Auflage 38, aus einer Zinnlegierung zu bilden, die zwischen etwa 30 Gewichtsprozent und 70 Gewichtsprozent Wismut enthält. Eine bevorzugte Legierung enthält zwischen etwa 48 Gewichtsprozent und 68 Gewichtsprozent Wismut. Optional kann die Anfangslegierung kleine Mengen, typischerweise weniger als 4 Prozent, an anderen Legierungsagenzien beinhalten, um die mechanischen Eigenschaften zu verbessern. Derartige optionale Agenzien können Gold oder Silber beinhalten, das in der Anfangslegierung vorliegt, vorausgesetzt, daß die resultierende Konzentration in der Produktverbindung im Anschluß an das Aufschmelzen innerhalb des Bereiches liegt, der eine Steigerung der gewünschten Hochtemperatureigenschaften bewirkt. Es ist jedoch, wie in dem beschriebenen Verfahren, bevorzugt, daß die anfänglichen Plattierungs- und Pastenpartikel im wesentlichen frei von dem Beschichtungsmetall sind, um die Auflösung des Metalls in die Flüssigkeit hinein zu steigern. Die Legierung enthält vorzugsweise kein Blei, ausgenommen, daß es als Verunreinigung vorliegen mag.

In der beschriebenen Ausführungsform wurde der Prozeß an eine gedruckte Leiterplatte mit einer vordefinierten Bahn durch Aufbringen einer Kupferschicht über die Leiterplatte hinweg angepaßt, um Strom für einen Elektroplattierungsvorgang zu leiten. Alternativ können die Lötmitteplattierung und der tertiäre Metallfilm durch Sputtern oder andere geeignete Verfahren auf den Bondkontaktfleck aufgebracht werden. Außerdem dient die Zinn-Wismut-Plattierung auf dem Bondkontaktfleck in der beschriebenen Ausführungsform als eine Maske, um das darunterliegende Kupfer während des Ätzens zu schützen. Kommerzielle Substrate für gedruckte Leiterplatten beinhalten eine Kupferschicht, welche die Oberfläche der Epoxidlaminat-Schaltungskarte gleichmäßig bedeckt, wobei die Schicht nachfolgend strukturiert wird, um die Bahn zu definieren. In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung wird eine Photoresistmaske an der Kupferschicht angebracht und entwickelt, um Öffnungen in einer Struktur zu definieren, die der gewünschten Bahn entspricht, einschließlich des Bondkontaktflecks und Bereichen, die von dem Kontaktfleck wegführen. Auf das freigelegte Kupfer wird eine Zinn-Wismut-Legierung durch Elektroplattieren aufgebracht. Die Photoresistmaske wird entfernt, wobei das Kupfer um die plattierte Bahn herum freigelegt wird, das unter Verwendung einer Kupferätzlösung entfernt wird, während die Zinn-Wismut-Plattierung das darunterliegende Kupfer zur Bildung der Bahn schützt. Danach werden ein Gold- oder Silberfilm und eine Zinn-Wismut-Lötmittepaste an dem Kontaktfleck angebracht, wonach die Leiterplatte mit der Komponente zusammengebaut und erwärmt wird, um das Zinn-Wismut-Lötmitte zur Bildung der Verbindung aufzuschmelzen. Die resultierende Verbindung beinhaltet eine Zinn-Wismut-Legierung, die von der Lötmitteplattierung und der Lötmittepaste stammt und außerdem gemäß dieser Erfin-

28.09.97

- 15 -

dung Gold enthält, um die Hochtemperatureigenschaften zu verbessern.

Zusätzlich zur Bildung einer Verbindung, um eine diskrete Komponente an einer gedruckten Leiterplatte anzubringen, wie in der beschriebenen Ausführungsform, kann diese Erfindung dazu genutzt werden, in weiteren Anwendungen bleifreie Verbindungsstellen zu bilden. Wenngleich Kupfer und eine Platin-Silber-Legierung in der beschriebenen Ausführungsform für die Paßflächen ausgewählt wurden, können die Paßflächen aus Nickel oder einem beliebigen anderen Metall gebildet werden, das durch Lötmittel benetzbar ist, um eine starke Lötmittelbindung zu erzeugen. Noch weiter kann diese Erfindung ohne weiteres dafür ausgelegt werden, Lötmittelhöckerverbindungen zwischen einem Substrat, wie einer gedruckten Leiterplatte oder einem Keramik-Chipträger, und einem Bondkontaktfleck zu bilden, der sich auf einem integrierten Schaltkreis-Chip befindet.

Wenngleich diese Erfindung in bestimmten Ausführungsformen derselben beschrieben wurde, ist es nicht beabsichtigt, daß sie auf die obige Beschreibung beschränkt ist, sondern vielmehr nur in dem Maß, wie dies in den folgenden Ansprüchen dargelegt ist.

Die Ausführungsformen der Erfindung, in denen ein ausschließlicher Besitz oder ein ausschließliches Privileg beansprucht ist, sind wie folgt definiert.



# A N S P R Ü C H E

1. Elektronische Packung mit einer ersten Paßfläche, einer zweiten Paßfläche und einer Lötmittelverbindung, welche die erste Paßfläche und die zweite Paßfläche aneinanderbondet, und wobei

die Lötmittelverbindung aus einer Lötmittellegierung gebildet ist, die vorwiegend aus Wismut und Zinn besteht und des weiteren ein Metall in einer Menge zwischen etwa 1,0 Gewichtsprozent und 2,2 Gewichtsprozent beinhaltet, das aus der Gruppe, die aus Gold und Silber besteht, ausgewählt ist und bewirkt, daß die Schmelztemperatur der Lötmittelverbindung erhöht wird.

2. Elektronische Packung nach Anspruch 1, wobei die Lötmittellegierung zwischen etwa 30 Gewichtsprozent und 70 Gewichtsprozent Wismut beinhaltet.
3. Elektronische Packung nach Anspruch 1, wobei die Lötmittellegierung im wesentlichen aus zwischen etwa 48 Gewichtsprozent und 68 Gewichtsprozent Wismut, zwischen etwa 1,0 Gewichtsprozent und 2,2 Gewichtsprozent Gold und mit dem Rest aus Zinn besteht.
4. Elektronische Packung nach Anspruch 1, wobei die elektronische Packung beinhaltet:

eine Leiterplatte mit einem Bondkontaktfleck, der eine erste Paßfläche beinhaltet, die aus metallischem Kupfer gebildet ist,

28.09.97

- 17 -

eine Komponente mit einem Kontakt, der eine zweite Paßfläche beinhaltet, die aus einem mit Lötmedium benetzbaren Metall gebildet ist, und

die Lötmediumverbindung, welche die erste und die zweite Paßfläche aneinanderbondet, um die elektronische Komponente an der Leiterplatte anzubringen und den Bondkontaktfleck und den Kontakt elektrisch zu verbinden.

5. Verfahren zum Lötmediumbünden einer ersten Paßfläche und einer zweiten Paßfläche in einer elektronischen Packung, wobei das Verfahren beinhaltet:

Anbringen eines Films, der aus einem Metall besteht, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Gold und Silber besteht, an wenigstens einer Paßfläche,

Anbringen einer Lötmediumpaste auf dem Film, um eine partikuläre Auflage zu bilden, die vorwiegend aus Lötmediumpartikeln einer Legierung gebildet ist, die im wesentlichen aus Zinn und Wismut besteht,

Montieren der zweiten Paßfläche in Kontakt mit der partikulären Auflage, um einen Aufbau zu bilden,

Erwärmen des Aufbaus auf eine Temperatur, die zum Schmelzen der Lötmediumpartikel ausreicht, um eine Flüssigkeit zu bilden, welche die Paßflächen benetzt, woraufhin sich das Metall von dem Film in die Flüssigkeit hinein auflöst, und

Abkühlen, um die Flüssigkeit erstarren zu lassen, um eine an die Paßflächen gebundene Lötmediumverbindung zu bilden,

die zwischen 1,0 Gewichtsprozent und 2,2 Gewichtsprozent Gold oder Silber enthält.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Lötmittelpartikel aus zwischen etwa 30 Gewichtsprozent und 70 Gewichtsprozent Wismut und mit dem Rest aus Zinn bestehen.

7. Verfahren zum Lötmittelbonden nach Anspruch 5, wobei das Verfahren beinhaltet:

Anbringen einer Lötmittelschicht, die aus einer Legierung gebildet ist, die im wesentlichen aus Zinn und Wismut besteht, an der ersten Paßfläche,

Beschichten der Lötmittelschicht mit einem Film, der aus einem Metall besteht, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Gold und Silber besteht,

Anbringen einer Lötmittelpaste auf dem Film, um eine partikuläre Auflage zu bilden, die vorwiegend aus Lötmittelpartikeln einer Legierung gebildet ist, die im wesentlichen aus Zinn und Wismut besteht,

Montieren der zweiten Paßfläche in Kontakt mit der partikulären Auflage, um einen Aufbau zu bilden,

Erwärmen des Aufbaus auf eine Temperatur, die zum Schmelzen der Lötmittelschicht und der partikulären Auflage ausreicht, um eine Flüssigkeit zu bilden, welche die Paßflächen benetzt, woraufhin sich das Metall von dem Film in die Flüssigkeit hinein auflöst, und

Abkühlen, um die Flüssigkeit erstarren zu lassen, um eine an die Paßflächen gebondete Lötmittelverbindung zu bilden,

die zwischen 1,0 Gewichtsprozent und 2,2 Gewichtsprozent Gold oder Silber enthält.

8. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Schritt des Anbringens der Lötmittelschicht an der ersten Paßfläche das Elektroplattieren der Legierung auf die erste Paßfläche beinhaltet.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Lötmittelschicht und die Lötmittelpartikel aus einer Lötmittellegierung bestehen, die zwischen etwa 30 Gewichtsprozent und 70 Gewichtsprozent Wismut und als Rest im wesentlichen Zinn beinhaltet, und wobei der Film aus Gold in einer Menge gebildet ist, welche die Erzeugung einer Lötmittelverbindung bewirkt, die zwischen etwa 1,0 Gewichtsprozent und 2,2 Gewichtsprozent Gold enthält.
10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Aufbau auf eine Temperatur von mehr als etwa 140° C erwärmt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Verfahren ausgeführt wird, um eine Leiterplatte mit einem Bondkontaktfleck, der die erste Paßfläche beinhaltet, und eine Komponente zu verbinden, die einen Kontakt aufweist, der die zweite Paßfläche beinhaltet.

WO 94/23555

PCT/US94/02777

1/1



